

STUDI SIMULASI UJI KOEFISIEN KORELASI SPEARMAN DAN KENDALL DARI SAMPEL YANG DIBANGKITKAN BERDASARKAN ESTIMASI DENSITAS KERNEL MULTIVARIAT

Studi Kasus: Beberapa Kurs Mata Uang Asing Terhadap Rupiah

Rangga Pradeka¹⁾, Adi Setiawan²⁾, Lilik Linawati³⁾

¹ Mahasiswa Program Studi Matematika ^{2,3} Dosen Program Studi Matematika
Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Matematika
Universitas Kristen Satya Wacana, Jl. Diponegoro 52-60 Salatiga 50711

e-mail: ranggapradeka@yahoo.co.id, adi_setia_03@yahoo.com,
lina.utomo@yahoo.com

Abstrak

Uji korelasi Spearman dan Kendall pada sampel yang dibangkitkan menggunakan metode bootstrap telah dikaji dan menghasilkan interval konfidensi dengan koefisien konfidensi 95% (Pradeka, 2012). Dalam penelitian ini akan dikaji tentang studi simulasi uji koefisien korelasi Spearman dan Kendall pada sampel yang dibangkitkan berdasarkan estimasi densitas kernel multivariat. Studi kasus akan menggunakan data kurs mata uang USD, EUR, dan YUAN terhadap rupiah dari tanggal 1 Januari 2012 hingga 31 Agustus 2012 yang diunduh dari website www.bi.go.id. Hasil uji korelasi yang diperoleh akan dibandingkan dengan uji korelasi dari sampel yang dibangkitkan dengan menggunakan metode bootstrap pada penelitian sebelumnya (Pradeka, 2012). Perbandingan interval konfidensi menunjukkan bahwa uji korelasi Spearman dan Kendall dengan sampel yang dibangkitkan berdasarkan estimasi kernel multivariat lebih baik dari pada uji korelasi dengan sampel yang dibangkitkan menggunakan metode bootstrap.

Kata kunci: korelasi Spearman, korelasi Kendall, estimasi densitas kernel multivariat, bootstrap, simulasi.

I. PENDAHULUAN

Ilmu statistika merupakan bagian penting dalam penelitian untuk melakukan analisis berbagai jenis data. Penelitian dilakukan bukan hanya untuk menggambarkan gejala empiris melainkan juga untuk mengukur korelasi dan menguji hipotesis antara dua variabel (Silalahi, 2010). Uji koefisien korelasi merupakan cabang statistik yang membahas tentang hubungan antara dua variabel. Pada penelitian ini akan dilakukan studi simulasi uji koefisien korelasi Spearman dan Kendall dari sampel yang dibangkitkan berdasarkan estimasi densitas kernel multivariat.

Penelitian yang berkaitan dengan densitas kernel bivariat sebelumnya pernah dilakukan oleh Pattihahuan (2012) digunakan dalam pengkontruksian grafik pengendali dan diperoleh kesimpulan bahwa estimasi densitas kernel bivariat dapat digunakan untuk mengidentifikasi titik sampel yang berada *out of control*. Suparti (2006) melakukan penelitian tentang estimasi densitas mulus dengan metode kernel yang

memperoleh kesimpulan semakin besar parameter pemulus, maka semakin mulus fungsi estimasinya dan sebaliknya, sedangkan untuk penelitian yang berkaitan dengan uji koefisien korelasi Spearman dan Kendall telah dibahas oleh Pradeka (2012).

Dalam penelitian ini akan mengambil studi kasus data kurs mata uang Amerika (USD), Eropa (EUR) dan Cina (YUAN) terhadap Rupiah dari tanggal 1 Januari 2012 hingga 31 Agustus 2012 yang diunduh dari website Bank Indonesia (www.bi.go.id). Berdasarkan data kurs tersebut akan dibangkitkan data baru menggunakan estimasi densitas kernel multivariat kemudian dilakukan uji koefisien korelasi Spearman dan korelasi Kendall. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk membandingkan hasil interval konfidensi dari koefisien korelasi Spearman dan Kendall dari pembangkitan sampel berdasarkan densitas kernel multivariat dengan hasil interval konfidensi koefisien korelasi Spearman dan Kendall menggunakan metode bootstrap dalam makalah Pradeka (2012) dengan koefisien konfidensi 95%. Jika lebar interval konfidensi dari koefisien korelasi Spearman dan Kendall dari pembangkitan sampel densitas kernel multivariat lebih kecil dari lebar interval koefisien korelasi Spearman dan Kendall dengan metode bootstrap maka interval tersebut lebih baik dan sebaliknya.

II. DASAR TEORI

II.1 Korelasi Spearman

Koefisien korelasi Spearman merupakan bagian dari statistika non parametrik dimana distribusi dari data dapat diabaikan. Korelasi Spearman merupakan teknik analisis data untuk mengetahui koefisien korelasi secara mendasarkan pada perbedaan peringkat dari dua variabel dimana data telah disusun secara berpasangan. Koefisien korelasi Spearman digunakan untuk mengetahui derajat keeratan dua variabel yang memiliki skala pengukuran minimal ordinal (Siagian, 2000). Untuk menghitung koefisien korelasi maka data diberikan peringkat dari 1 sampai n berdasarkan urutan, tingkat kepentingan dan lain sebagainya. Jika diberikan data $(X, Y) = ((x_1, y_1), (x_2, y_2), (x_3, y_3), \dots, (x_n, y_n))$ maka koefisien korelasi peringkat atau rumus Spearman untuk korelasi peringkat adalah (Murray, 2004):

$$r_s = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n D_i^2}{n(n^2-1)} \quad (1)$$

dengan:

D_i = selisih peringkat x_i dan peringkat y_i pada pasangan data (x_i, y_i) ,

n = banyaknya pasangan data (X, Y) .

Untuk mengetahui apakah koefisien korelasi Spearman signifikan atau tidak maka dilakukan suatu pengujian. Tes statistik untuk korelasi Spearman dapat dilakukan dengan cara menghubungkan dengan tabel kritik yang berpedoman pada jumlah sampelnya. Untuk ukuran sampel $n > 30$ tes statistik yang digunakan adalah (Soepeno, 1997):

$$Z_s = r_s \sqrt{n-1} \quad (2)$$

koefisien korelasi Spearman akan signifikan jika $Z_s \geq 1,96$ atau $Z_s \leq -1,96$ pada tingkat signifikansi $\alpha=5\%$.

II.2 Korelasi Kendall

Korelasi Kendall mempunyai kegunaan yang sama dengan korelasi Spearman yaitu untuk mencari nilai koefisien korelasi dimana kedua data yang dikorelasikan merupakan data ordinal. Koefisien korelasi Kendall diberikan (Slamet,1993):

$$T = \frac{\sum S_i}{\frac{1}{2}n(n-1)} \quad (3)$$

dimana:

$$s_i = s_i^+ - s_i^-$$

dengan:

n adalah banyaknya objek atau individu yang diperingkatkan,

s_i^+ adalah banyaknya cacah y dimana $y_j \geq y_i$ dengan $j = i + 1, i + 2, \dots, n$,

s_i^- adalah banyaknya cacah y dimana $y_j \leq y_i$ dengan $j = i + 1, i + 2, \dots, n$,

S_i adalah selisih antara nilai positif dan negatif dari perhitungan data yang telah diperingkatkan.

Untuk mengetahui apakah koefisien korelasi Kendall antar variabel, signifikan atau tidak, maka dilakukan suatu pengujian. Ketika banyaknya pengamatan lebih besar dari 10, maka uji signifikan koefisien korelasi Kendall dianggap mendekati distribusi normal dengan rata-rata=0 dan standar deviasi = $\sqrt{\frac{2(2n+5)}{9n(n-1)}}$, sehingga statistik uji koefisien korelasi Kendall diberikan (Slamet, 1993):

$$Z_K = \frac{T}{\sqrt{\frac{2(2n+5)}{9n(n-1)}}} \quad (4)$$

pada tingkat signifikansi $\alpha=5\%$. Koefisien korelasi Kendall akan signifikan jika berada di luar interval $-1.96 \leq Z_K \leq 1.96$.

II.3 Estimasi Fungsi Densitas Kernel Multivariat

Fungsi estimasi densitas kernel multivariat merupakan salah satu bagian dalam analisis data statistik, dimana estimasi fungsi densitas kernel adalah suatu gambaran tentang sebuah sebaran data. Misalkan diberikan sampel multivariat $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ yang diambil dari suatu populasi dengan fungsi densitas f , maka estimasi densitas kernel multivariat adalah (WEB 1):

$$\hat{f}_H(X) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_H(X - X_i) \quad (5)$$

dengan:

$X = (x_1, x_2, \dots, x_d)^T$, $X_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{id})^T$, $i = 1, 2, \dots, n$.

H adalah matrix *bandwidth* yang simetris dan positif definit (*definite positive*),

$K(X) = (2\pi)^{-1} \exp\left(-\frac{1}{2} X^T X\right)$ adalah kernel normal multivariat,

$K_H(X - X_i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi|H|}} \exp\left(-\frac{(X-X_i)^T H^{-1} (X-X_i)}{2}\right)$.

Untuk melakukan studi simulasi tentang uji koefisien korelasi Spearman dan Kendall dari sampel yang dibangkitkan berdasarkan estimasi densitas kernel multivariat,

maka pembangkitan sampel baru berdasarkan kernel multivariat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut (Setiawan, 2012):

1. Dimiliki sampel multivariat dengan ukuran n yaitu $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$.
2. Menghitung matriks *bandwidth* optimal H menggunakan perintah pada paket program kernel smooth (*ks*) untuk menghitung densitas kernel multivariat berdasarkan sampel $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$.
3. Sampel $X_i^* = (x_{i1}^*, x_{i2}^*, \dots, x_{id}^*)^T$ dibangkitkan di persekitaran X_i (yang dipilih secara random dari $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$) dengan cara membangkitkan sampel yang berukuran 1 dari distribusi normal multivariat dengan rata-rata X_i dan variansinya adalah matriks *bandwidth* optimal H .
4. Langkah 3 dilakukan berulang sebanyak m kali sesuai dengan kebutuhan sehingga diperoleh $X_1^*, X_2^*, \dots, X_m^*$.
5. Sampel baru $X_1^*, X_2^*, \dots, X_m^*$ yang diperoleh kemudian dilakukan perhitungan koefisien korelasi Spearman dan Kendall.

Dalam melakukan pengambilan sampel berdasarkan estimasi densitas kernel akan digambarkan dari contoh berikut. Misalkan dimiliki sampel multivariat 3 dimensi yaitu: $(X_1, X_2, X_3) = (9171, 11866.36, 1455.51), (9206, 11948.47, 1461.06), (9226, 12037.16, 1464.42), (9209, 11905.4, 1459.08), (9206, 11780.92, 1457.43)$.

Dari sampel yang diberikan diperoleh matriks H optimal sebagai berikut:

$$H = \begin{bmatrix} 228.7823 & 644.3452 & 34.92678 \\ 644.34519 & 5113.6753 & 165.6467 \\ 34.9268 & 165.6468 & 6.8493 \end{bmatrix}$$

Dari matriks H optimal kemudian akan dilakukan pembangkitan sampel untuk mendapat sampel baru. Setelah dilakukan langkah 3 diperoleh sampel baru sebagai berikut.

$$(X_1^*, X_2^*, X_3^*) = (9247.310, 11821.65, 1466.564), (9164.023, 12073.17, 1457.530), (9157.008, 11864.54, 1453.832), (9191.726, 11865.33, 1456.542), (9222.567, 12044.81, 1464.399), (9161.997, 12082.80, 1455.287), (9132.671, 12075.47, 1450.841), (9267.263, 11759.31, 1463.711), (9230.550, 12009.57, 1466.706), (9257.065, 12164.73, 1469.647).$$

Setelah diperoleh sampel baru kemudian dihitung koefisien korelasi Spearman dan Kendall, diperoleh hasil koefisien korelasi Spearman pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Koefisien Korelasi Spearman dari Pembangkitan Data Densitas Kernel Multivariat

Korelasi	Korelasi (X_1^*, X_2^*)	Korelasi (X_1^*, X_3^*)	Korelasi (X_2^*, X_3^*)
Korelasi (X_1^*, X_2^*)	1	0.6	0.8424
Korelasi (X_1^*, X_3^*)	0.6	1	0.8788
Korelasi (X_2^*, X_3^*)	0.8424	0.8788	1

Tabel 2. Koefisien Korelasi Kendall dari Pembangkitan Data Densitas Kernel Multivariat

Korelasi	Korelasi (X_1^*, X_2^*)	Korelasi (X_1^*, X_3^*)	Korelasi (X_2^*, X_3^*)
Korelasi (X_1^*, X_2^*)	1	0.51	0.7230
Korelasi (X_1^*, X_3^*)	0.51	1	0.7235
Korelasi (X_2^*, X_3^*)	0.7230	0.7230	1

III. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini data yang digunakan yaitu kurs mata uang Amerika (USD), kurs mata uang Eropa (EUR) dan kurs mata uang Jepang (YUAN) terhadap nilai mata uang Indonesia (Rupiah) untuk data dari tanggal 1 Januari 2012 hingga 31 Agustus 2012, sebanyak 166 titik sampel yang diunduh dari website Bank Indonesia (www.bi.go.id).

Dalam melakukan studi simulasi koefisien korelasi Spearman dan Kendall berdasarkan estimasi densitas kernel multivariat menggunakan alat bantu program R 2.15.1 dan SPSS 16. Langkah-langkah dalam melakukan studi simulasi tentang koefisien korelasi Spearman dan Kendall berdasarkan estimasi densitas kernel multivariat sebagai berikut :

1. Menentukan ada tidaknya hubungan antar setiap dua variabel kurs mata uang (USD & EUR, USD & YUAN, EUR & YUAN) melalui uji hipotesis. Perumusan uji hipotesis antara variabel USD dan variabel EUR sebagai berikut:
 - Hipotesis nol (H_0) : tidak ada hubungan antara variabel US dan variabel EU ($Z = 0$).
 - Hipotesis alternatif (H_1) : ada hubungan antara variabel US dan variabel EU ($Z \neq 0$).
2. Menghitung koefisien korelasi Spearman dan koefisien korelasi Kendall dari ketiga data kurs mata uang terhadap Rupiah.
3. Membangkitkan sampel baru sebanyak 200 titik berdasarkan estimasi densitas kernel multivariat kemudian menghitung koefisien korelasi Spearman (korelasi Kendall).
4. Mengulang langkah 3 sebanyak $B = 1000$ kali sehingga diperoleh koefisien korelasi Spearman/Kendall sebanyak yaitu $r_1, r_2, \dots, r_{1000}$, kemudian dihitung interval konfidensi 95% berdasarkan $r_1, r_2, \dots, r_{1000}$.
5. Langkah 4 diulangi sebanyak 30 kali.
6. Melakukan langkah 3 dan langkah 4, tetapi pembangkitan sampel menggunakan metode bootstrap seperti dalam makalah Pradeka (2012), kemudian diulangi sebanyak 30 kali.
7. Membandingkan hasil simulasi langkah 5 dan langkah 6.
8. Dari kedua hasil simulasi kemudian dilakukan uji independen T untuk mengetahui apakah kedua hasil simulasi berbeda signifikan.

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

IV.1 Studi Simulasi Uji Korelasi Spearman Berdasarkan Estimasi Densitas kernel multivariat.

Hasil perhitungan koefisien korelasi Spearman pada ketiga kurs mata uang dengan menggunakan program R sebagai alat bantu disajikan pada Tabel 3, dan menunjukkan bahwa koefisien korelasi pada ketiga kurs mata uang ada yang berkorelasi negatif dan positif. Korelasi negatif ditunjukkan pada hubungan antara kurs mata uang USD & EUR dan EUR & YUAN yaitu -0.3713 dan -0.2765 sedangkan korelasi bernilai positif yaitu antara kurs mata uang USD dan YUAN sebesar 0.9643. Selanjutnya akan dilakukan pengujian signifikansi menggunakan pembangkitan sampel baru berdasarkan estimasi densitas kernel multivariat, apakah koefisien korelasi Spearman yang diperoleh signifikan atau tidak pada tingkat signifikansi $\alpha=5\%$.

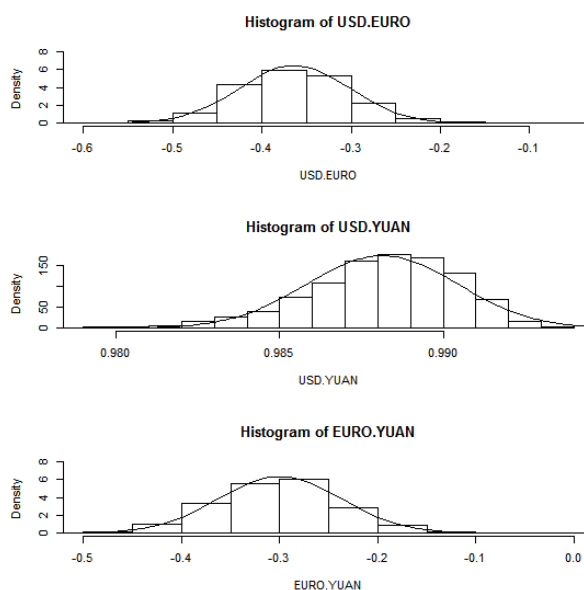
Table 3. Koefisien Korelasi Spearman antara Kurs USD, EUR dan YUAN

Korelasi	USD	EUR	YUAN
USD	1	-0.3713	0.9643
EUR	-0.37133	1	-0.2765
YUAN	0.9643	-0.2765	1

Dengan menggunakan *packages ks* pada program R.2.15.1 diperoleh matriks *bandwidth* optimal H dari ketiga kurs mata uang yaitu:

$$H = \begin{bmatrix} 3122.12 & -1075.50 & 453.01 \\ -1075.50 & 5337.60 & -101.27 \\ 453.01 & -101.27 & 67.46 \end{bmatrix}.$$

Dari matriks *bandwidth* optimal tersebut kemudian dilakukan pengambilan sampel sebanyak satu sampel dari tiap-tiap data kurs mata uang. Kemudian dari sampel yang diperoleh dibangkitkan data baru sebanyak 200 data dari persekitaran tiga sampel yang terambil selanjutnya dihitung koefisien korelasi Spearman. Setelah dilakukan pengulangan sebanyak 1000 kali pengambilan sampel baru diperoleh hasil histogram koefisien korelasi Spearman seperti tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1. Histogram Koefisien Korelasi Spearman dari Ketiga Kurs Mata Uang

Gambar 1 menunjukkan bahwa koefisien korelasi dari ketiga kurs mata uang mengikuti bentuk distribusi normal dengan rata-rata mendekati nilai koefisien korelasi pada Tabel 1 dan standard deviasinya 0.0685. Kemudian dicari batas interval konfidensi untuk menentukan apakah koefisien korelasi Spearman yang diberikan pada Tabel 3 signifikan atau tidak. Dengan tingkat kepercayaan 95% diperoleh interval konfidensi yang ditunjukkan pada Tabel 4.

Interval konfidensi yang ditunjukkan pada Tabel 4 tidak memuat nol pada tingkat signifikansi $\alpha=5\%$ sehingga koefisien korelasi Spearman pada ketiga kurs mata uang tersebut signifikan. Tabel 4 juga menunjukkan bahwa batas interval konfidensi pada ketiga kurs mata uang berada pada persekitaran nilai koefisien korelasi Spearman dari data asli yang ditunjukkan pada Tabel 3. Dalam melakukan simulasi akan dihitung lebar interval yaitu dengan cara batas atas dikurangi dengan batas bawah dari interval konfidensi yang diperoleh pada tingkat signifikansi $\alpha=5\%$. Interval yang lebih baik jika rata-rata dari hasil simulasi koefisien korelasi Spearman yang diperoleh bernilai lebih kecil dan hasil dari uji independen T berbeda signifikan. Lebar interval hasil simulasi koefisien korelasi Spearman berdasarkan estimasi kernel multivariat di tunjukkan pada Tabel 5 sedangkan lebar interval hasil simulasi koefisien korelasi Spearman dengan menggunakan metode bootstrap ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 5 dan Tabel 6 menunjukkan bahwa rata-rata dari lebar interval konfidensi dengan pembangkitan sampel menggunakan estimasi kernel multivariat lebih kecil dari pada lebar interval konfidensi dengan pembangkitan sampel menggunakan metode bootstrap. Selisih nilai rata-rata dari hasil simulasi juga cukup kecil yaitu 0.025 untuk korelasi kurs USD dan EUR, selisih korelasi USD & YUAN yaitu 0.0025 dan selisih korelasi EUR & YUAN yaitu 0.003.

Untuk mengetahui apakah studi simulasi dari kedua metode tersebut berbeda signifikan atau tidak maka akan dilakukan uji independen T dengan menggunakan SPSS 16. Hasil uji independen T pada korelasi kurs mata uang USD dan EURO di tunjukkan

pada Tabel 7. Dari uji independen T diperoleh nilai signifikansi mendekati nol yang berarti lebih kecil dari 5%, sehingga kedua hasil simulasi pada Kurs mata uang USD dan EURO berbeda signifikan. Untuk uji independen T pada korelasi mata uang USD & YUAN dan korelasi EURO dan YUAN juga diperoleh hasil yang sama yaitu nilai signifikansi mendekati nol sehingga lebih kecil dari 5 % yang artinya hasil simulasi korelasi Spearman tersebut berbeda signifikan. Kemudian dapat disimpulkan bahwa pembangkitan sampel menggunakan estimasi densitas kernel multivariat untuk menguji signifikansi koefisien korelasi Spearman lebih baik dari pada menggunakan metode bootstrap.

Tabel 4. Interval Konfidensi Koefisien Korelasi Spearman Berdasarkan Estimasi Kernel Multivariat

	USD	EURO	YUAN
USD		(-0.4796 , -0.2388)	(0.9829, 0.9919)
EURO	(-0.4796 , -0.2388)		(-0.4175, -0.1705)
YUAN	(0.9829, 0.9919)	(-0.4175, -0.1705)	

Tabel 5. Data Simulasi Interval Uji Koefisien Korelasi Spearman Kurs Mata Uang Menggunakan Estimasi Densitas Kernel Multivariat

NO	USD dan EURO	USD dan YUAN	EURO dan YUAN
1	0.2328	0.0301	0.2293
2	0.2407	0.0315	0.2426
3	0.2477	0.0322	0.2567
4	0.2449	0.0321	0.2483
5	0.2492	0.0309	0.2595
6	0.2397	0.0300	0.2458
7	0.2481	0.0316	0.2510
8	0.2298	0.0299	0.2333
9	0.2397	0.0305	0.2444
10	0.2385	0.0318	0.2506
11	0.2399	0.0299	0.2437
12	0.2564	0.0318	0.2541
13	0.2380	0.0327	0.2397
14	0.2427	0.0323	0.2527
15	0.2467	0.0333	0.2499
16	0.2437	0.0320	0.2520
17	0.2578	0.0296	0.2526
18	0.2354	0.0325	0.2450
19	0.2469	0.0322	0.2508
20	0.2420	0.0312	0.2503
21	0.2420	0.0320	0.2508

22	0.2465	0.0316	0.2455
23	0.2379	0.0311	0.2463
24	0.2431	0.0314	0.2597
25	0.2484	0.0312	0.2583
26	0.2469	0.0323	0.2593
27	0.2474	0.0302	0.2565
28	0.2385	0.0310	0.2456
29	0.2353	0.0303	0.2373
30	0.2466	0.0293	0.2482
Mean	0.2431	0.0313	0.2487

Tabel 6. Data Simulasi Interval Uji Koefisien Korelasi Spearman Kurs Mata Uang Menggunakan Metode Bootstrap

NO	USD dan EURO	USD dan YUAN	EURO dan YUAN
1	0.2558	0.0351	0.2704
2	0.2723	0.0317	0.2745
3	0.2626	0.0315	0.2777
4	0.2648	0.0344	0.2790
5	0.2710	0.0339	0.2684
6	0.2757	0.0339	0.2831
7	0.2629	0.0340	0.2770
8	0.2697	0.0358	0.2568
9	0.2776	0.0328	0.2674
10	0.2611	0.0331	0.2783

11	0.2628	0.0341	0.2742
12	0.2770	0.0346	0.2838
13	0.2666	0.0333	0.2729
14	0.2668	0.0353	0.2675
15	0.2570	0.0325	0.2654
16	0.2632	0.0343	0.2760
17	0.2708	0.0339	0.2736
18	0.2768	0.0338	0.2894
19	0.2842	0.0327	0.2723
20	0.2613	0.0342	0.2765
21	0.2636	0.0340	0.2719
22	0.2654	0.0344	0.2771
23	0.2814	0.0326	0.2800
24	0.2653	0.0366	0.2893
25	0.2635	0.0367	0.2765
26	0.2713	0.0334	0.2712
27	0.2661	0.0351	0.2778
28	0.2686	0.0323	0.2674
29	0.2639	0.0332	0.2679
30	0.2781	0.0323	0.2779
Mean	0.2682	0.0338	0.2747

Tabel 7. Uji Independen T Lebar Interval Koefisien Korelasi Spearman pada Kurs Mata Uang USD dan EURO

Group Statistics

	Group	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Group	1	30	.243107	.0062487	.0011409
	2	30	.268240	.0070880	.0012941

IV.2 Studi Simulasi Uji Korelasi Kendall Berdasarkan Estimasi Densitas Kernel Multivariat

Hasil perhitungan koefisien korelasi Kendall dari data ketiga kurs mata uang ditunjukkan pada Tabel 8. Perhitungan koefisien korelasi Kendall pada Tabel 8 menggunakan program R sebagai alat bantu. Tabel 8 menunjukkan bahwa koefisien korelasi Kendall dari ketiga kurs mata uang ada yang bernilai positif dan bernilai negatif. Korelasi yang bernilai positif yaitu korelasi antara kurs mata uang USD dan YUAN sebesar 0.8553 sedangkan korelasi yang bernilai negatif yaitu korelasi kurs USD & EUR dan korelasi EUR & YUAN sebesar -0.2449 dan -0.1679. Koefisien korelasi Kendall pada Tabel 8 juga mendekati hasil yang diperoleh koefisien korelasi Spearman pada Tabel 3. Nilai koefisien korelasi Kendall yang diperoleh pada Tabel 8 lebih kecil dari koefisien korelasi Spearman pada Tabel 3. Selanjutnya akan dilakukan simulasi koefisien korelasi Kendall pembangkitan sampel berdasarkan estimasi densitas kernel multivariat untuk menguji apakah koefisien korelasi Kendall yang ditunjukkan pada Tabel 8 signifikan atau tidak pada taraf kepercayaan 95%.

Tabel 8. Koefisien Korelasi Kendall antara Kurs USD. Kurs EUR dan Kurs YUAN

Korelasi	USD	EUR	YUAN
USD	1	-0.2449	0.8553
EUR	-0.2449	1	-0.1679
YUAN	0.8553	-0.1679	1

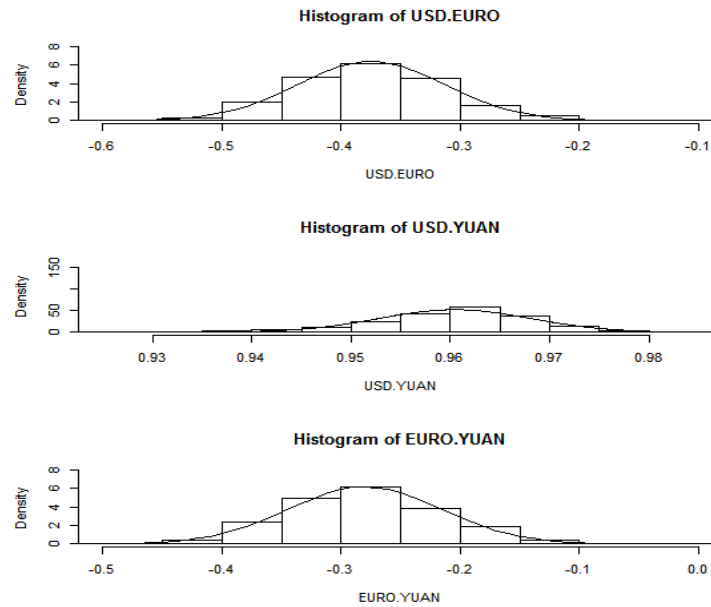
Dengan menggunakan matriks *bandwidth* optimal H yang telah diperoleh, kemudian dilakukan studi simulasi koefisien korelasi Kendall pembangkitan sampel berdasarkan estimasi densitas kernel multivariat sebanyak 1000 kali. Hasil dari studi simulasi ditampilkan dalam bentuk histogram yang ditunjukkan pada gambar 2 dan menunjukkan bahwa koefisien korelasi Kendall hasil dari pembangkitan sampel berdasarkan estimasi densitas kernel multivariat mengikuti bentuk distribusi normal dengan rata-rata mendekati koefisien korelasi Kendall pada Tabel 8 dan standar deviasinya 0.049.

Tabel 9. Interval Konfidensi Koefisien Korelasi Kendall Berdasarkan Estimasi Kernel Multivariat

	USD	EURO	YUAN
USD		(-0.2973.-0.0783)	(0.8445. 0.8901)
EURO	(-0.2973.-0.0783)		(-0.2467 .-0.0537)
YUAN	(0.8445. 0.8901)	(-0.2467 .-0.0537)	

Dari hasil histogram pada Gambar 2 kemudian dihitung interval konfidensi pada taraf kepercayaan 95%. Hasil interval konfidensi koefisien korelasi Kendall pembangkitan sampel berdasarkan estimasi densitas kernel multivariat ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9 menunjukkan bahwa interval konfidensi berdasarkan estimasi densitas kernel multivariat tidak memuat nol sehingga dapat disimpulkan koefisien korelasi Kendall pada Tabel 8 signifikan pada taraf signifikansi $\alpha=5\%$. Selanjutnya akan dilakukan studi simulasi koefisien korelasi Kendall dari pembangkitan sampel berdasarkan estimasi densitas kernel multivariat dan studi simulasi koefisien korelasi Kendall menggunakan metode bootstrap (Pradeka, 2012). Koefisien korelasi Kendall hasil simulasi dari pembangkitan sampel berdasarkan estimasi densitas kernel multivariat ditunjukkan pada Tabel 10 dan koefisien korelasi Kendall hasil Simulasi menggunakan metode bootstrap ditunjukkan pada Tabel 11. Dalam melakukan simulasi akan dihitung lebar interval konfidensi yaitu dengan cara batas atas interval konfidensi dikurangi batas bawah interval konfidensi.



Gambar 2. Histogram Koefisien Korelasi Kendall dari Ketiga Kurs Mata Uang Menggunakan Estimasi Densitas Kernel Multivariat

Tabel 10 dan Tabel 11 menunjukkan bahwa rata-rata interval konfidensi pembangkitan sampel menggunakan estimasi densitas kernel multivariat dengan interval konfidensi pembangkitan sampel menggunakan metode bootstrap dari ketiga kurs mata uang diperoleh hasil yang berbeda. Untuk rata-rata interval konfidensi korelasi USD dan YUAN pembangkitan data berdasarkan estimasi kernel multivariat lebih kecil dari pada pembangkitan data menggunakan metode bootstrap sedangkan rata-rata interval konfidensi korelasi USD & EUR dan korelasi EURO & YUAN menggunakan pembangkitan data berdasarkan estimasi kernel multivariat lebih besar dari pada pembangkitan sampel menggunakan metode bootstrap.

Selanjutnya untuk menentukan apakah hasil kedua simulasi berbeda signifikan atau tidak akan dilakukan uji independen T. Hasil uji independen T korelasi pada kurs mata uang USD dan YUAN di tunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 10. Data Simulasi Interval Uji Koefisien Korelasi Kendall Kurs Mata Uang Menggunakan Estimasi Kernel

No	USD dan EURO	USD dan YUAN	EURO dan YUAN
1	0.2083	0.0434	0.1856
2	0.2090	0.0442	0.1935
3	0.2166	0.0473	0.1945
4	0.2115	0.0476	0.1847
5	0.2153	0.0466	0.1818
6	0.2218	0.0434	0.1955

7	0.2056	0.0460	0.1939
8	0.2194	0.0440	0.1912
9	0.2094	0.0459	0.1944
10	0.2172	0.0459	0.1951
11	0.2026	0.0426	0.1890
12	0.2161	0.0426	0.1881
13	0.2122	0.0424	0.1934
14	0.2017	0.0441	0.1847
15	0.2161	0.0456	0.1985
16	0.2085	0.0451	0.1872
17	0.2094	0.0438	0.1998

18	0.2053	0.0507	0.1824
19	0.2175	0.0442	0.2001
20	0.1999	0.0432	0.1842
21	0.2185	0.0457	0.1745
22	0.2139	0.0459	0.1920
23	0.2129	0.0447	0.2011
24	0.2128	0.0479	0.1944
25	0.2077	0.0447	0.1934
26	0.2175	0.0467	0.1884
27	0.2080	0.0476	0.1925
28	0.2085	0.0464	0.1973
29	0.2207	0.0460	0.1992
30	0.2180	0.0464	0.2007
Mean	0.2121	0.0454	0.1917

6	0.1874	0.0763	0.1974
7	0.1859	0.0801	0.2012
8	0.1815	0.0751	0.1849
9	0.1825	0.0789	0.1809
10	0.1998	0.0704	0.1899
11	0.1940	0.0759	0.1936
12	0.1988	0.0784	0.1869
13	0.1844	0.0762	0.1923
14	0.1930	0.0739	0.2009
15	0.1850	0.0746	0.1871
16	0.1909	0.0746	0.1836
17	0.1779	0.0818	0.1847
18	0.1918	0.0727	0.1980
19	0.1861	0.0742	0.1936
20	0.1886	0.0744	0.1839
21	0.1996	0.0770	0.1805
22	0.1825	0.0740	0.1922
23	0.1881	0.0734	0.1931
24	0.1807	0.0732	0.1961
25	0.1940	0.0751	0.1890
26	0.1942	0.0759	0.1851
27	0.1801	0.0743	0.1884
28	0.1906	0.0732	0.1917
29	0.1922	0.0732	0.1964
30	0.1913	0.0743	0.1905
Mean	0.1897	0.0751	0.1902

Tabel 11. Data Simulasi Interval Uji Koefisien Korelasi Kendall Kurs Mata Uang Menggunakan Metode Bootstrap

No	USD dan EURO	USD dan YUAN	EURO dan YUAN
1	0.1965	0.0722	0.1869
2	0.2037	0.0775	0.1900
3	0.1837	0.0743	0.1824
4	0.1910	0.0729	0.1853
5	0.1940	0.0754	0.2002

Tabel 12. Uji Independen T Lebar Interval Koefisien Korelasi Kendall pada Kurs Mata Uang USD dan YUAN

Group Statistics

Group 1	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Group 2	1	.045355	.0018728	.0003419
	2	.075115	.0024198	.0004418

Diperoleh nilai signifikansi mendekati nol yang berarti lebih kecil dari 5% sehingga kedua hasil simulasi pada Kurs mata uang USD dan YUAN berbeda signifikan. Untuk korelasi kurs mata uang USD & EURO dan korelasi EURO & YUAN juga memiliki nilai signifikansi mendekati nol yang berarti korelasi pada kedua simulasi dalam Tabel 9 dan Tabel 10 berbeda signifikan.

Dalam melakukan penelitian studi simulasi koefisien korelasi Spearman dan Kendall pembangkitan data berdasarkan estimasi densitas kernel multivariat dan studi simulasi koefisien korelasi Spearman dan Kendall menggunakan metode bootstrap

terdapat hasil yang berbeda pada simulasi koefisien korelasi Kendall yang ditunjukkan pada Tabel 10 dan Tabel 11. Pada simulasi koefisien korelasi Spearman menggunakan pembangkitan sampel berdasarkan estimasi densitas kernel multivariat maupun menggunakan metode bootstrap diperoleh hasil rata-rata hasil simulasi menggunakan estimasi kernel multivariat lebih baik dari pada menggunakan metode bootstrap pada ketiga kurs mata uang. sedangkan simulasi koefisien korelasi Kendall menghasil hasil yang berbeda yaitu pada korelasi kurs mata uang USD & EURO dan korelasi EURO & YUAN. Korelasi Kendall pada kurs mata uang USD & EURO dan korelasi EURO & YUAN diperoleh hasil bahwa pembangkitan sampel menggunakan metode bootstrap lebih baik dari pada menggunakan estimasi densitas kernel multivariat. Hal tersebut terjadi karena koefisien korelasi Kendall pada data asli berkorelasi sangat kecil yaitu -0.2449 dan -0.1679.

V. KESIMPULAN

Dari analisis dan pembahasan diatas diperoleh hasil lebar interval konfidensi yang dihasilkan pada estimasi densitas kernel multivariat lebih kecil dibandingkan menggunakan metode bootstrap dan hasil dari uji independen T kedua hasil simulasi berbeda signifikan, sehingga dapat disimpulkan bahwa interval konfidensi uji koefisien korelasi Spearman dan Kendall pada sampel yang dibangkitkan berdasarkan estimasi densitas kernel multivariat lebih baik dari pada interval konfidensi uji koefisien korelasi Spearman dan Kendall pada sampel yang dibangkitkan menggunakan metode bootstrap.

VI. Daftar Pustaka

- Bambang Soepeno. 1997. *Statistik Terapan (Dalam Penelitian Ilmu-ilmu Sosial dan Pendidikan)*. PT Rineka Cipta. Jakarta.
- Dergibson Siagian Sugiarto. 2000. *Metode statistika untuk bisnis dan ekonomi*. PT gramedia pustaka Utama. Jakarta.
- Murray R. Spiegel Larry Stephens. 2004. *Statistik. Edisi Ke-3. Diterjemahkan oleh: Wiwit kastawan dan Irzam harmein*. Jakarta: PT Gelora Aksara Pratama Erlangga.
- Pattihahuan. Selfie.. Setiawan. A.. & Sasongko. L. Ricky. Sasongko. 2012. Penerapan Grafik Pengendali Berdasarkan Estimasi Fungsi Densitas Kernel Bivariat. *Seminar Nasional Pendidikan Matematika (LSM) XX UNY* tanggal 24 Maret 2012.
- Pradeka R. Setiawan. A & Lilik L. 2012. Uji Koefisien Korelasi Spearman dan Kendall Menggunakan Metode Bootstrap. *Prosiding Seminar Nasional Matematika UNS* 6 Oktober 2012.
- Setiawan. Adi. 2012. Resampling Berdasarkan Estimasi Densitas kernel. *Prosiding Seminar Nasional Matematika Unnes* 13 Oktober 2012.

Suparti & Sudargo. 2006. *Estimasi Densitas Mulus Dengan Metode Kernel*. Majalah Ilmiah Lontar. 20 (1). pp. 1-9. ISSN 0853-0041. <http://eprints.undip.ac.id/3451/> diakses pada tanggal 23 September 2012.

Ulber Silalahi. 2010. *Metode Penelitian Sosial*. PT Rafika Aditama. Bandung.

Y.Slamet. 1993. *Analisis Kuantitatif Untuk Data Sosial*. Dabara Publisher. Solo.
WEB 1: http://en.wikipedia.org/wiki/Multivariat_kernel_density_estimation.